

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
19. August 2004 (19.08.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/070201 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F02M 63/02**,  
57/02, 55/02

Hans-Christoph [DE/DE]; Bachstrasse 10, 72793  
Pfullingen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE2003/003323**

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
7. Oktober 2003 (07.10.2003)

(81) Bestimmungsstaat (national): US.

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Angaben zur Priorität:  
103 01 194.3 15. Januar 2003 (15.01.2003) DE

Veröffentlicht:

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]**; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

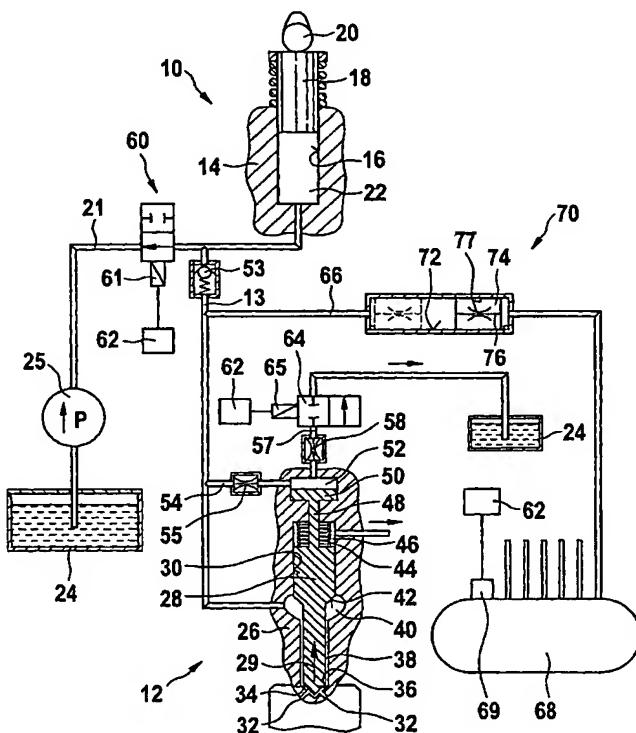
— mit internationalem Recherchenbericht

(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MAGEL,**

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: FUEL INJECTION DEVICE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFEINSPRITZEINRICHTUNG FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The fuel injection device comprises a fuel high-pressure pump (10) and a fuel injection valve (12), which is connected thereto, for each cylinder of the internal combustion engine. A connection (21) of the pump working chamber (22) to a low pressure area (25) is controlled by a first electrically actuated control valve (60), and a connection (57) of a control pressure space (52) of the fuel injection valve (12) to a pressure relief area is controlled by a second electrically actuated control valve (62). In addition, a pressure accumulator (68), which is filled by the fuel high-pressure pump (10), and from which fuel can be removed for a fuel injection, which is independent from the delivery of the fuel high-pressure pump (10) and which is effected via the fuel injection valve (12). A coupling device (70) is placed in the connection (66) of the pressure accumulator (68) to the fuel high-pressure pump (10) and to the fuel injection valve (12). This coupling device has a displaceably guided plunger (74), which, on one side, is subjected to the action of pressure prevailing inside the pressure accumulator (68) and, on the other side, by the pressure prevailing inside the connection (66). This pressure acts upon the plunger (74) in such a manner that the plunger, for injecting fuel, executes a delivery stroke directed toward the pressure space (40) and that a bypass connection (76, 77) exists in the coupling device (70) that connects the connection (66) to the pressure accumulator (68).

WO 2004/070201 A1



---

**(57) Zusammenfassung:** Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe (10) und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil (12) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine auf. Durch ein erstes elektrisch betätigtes Steuerventil (60) wird eine Verbindung (21) des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Niederdruckbereich (25) gesteuert und durch ein zweites elektrisch betätigtes Steuerventil (62) wird eine Verbindung (57) eines Steuerdruckraums (52) des Kraftstoffeinspritzventils (12) mit einem Entlastungsbereich gesteuert. Außerdem ist ein Druckspeicher (68) vorgesehen, der durch die Kraftstoffhochdruckpumpe (10) befüllt wird und aus dem Kraftstoff zu einer von der Förderung der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) unabhängigen Kraftstoffeinspritzung durch das Kraftstoffeinspritzventil (12) entnehmbar ist. In der Verbindung (66) des Druckspeichers (68) mit der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) und dem Kraftstoffeinspritzventil (12) ist eine Kopplungseinrichtung (70) angeordnet, die einen verschiebbar geführten Kolben (74) aufweist, der einerseits von dem im Druckspeicher (68) herrschenden Druck und andererseits von dem in der Verbindung (66) herrschenden Druck beaufschlagt ist, dass der Kolben (74) zur Kraftstoffeinspritzung einen zum Druckraum (40) gerichteten Förderhub ausführt und dass eine Bypassverbindung (76, 77) in der Kopplungseinrichtung (70) vorhanden ist, die die Verbindung (66) mit dem Druckspeicher (68) verbindet.

Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

Eine solche Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist durch die DE 101 32 732 A bekannt. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil auf. Die Kraftstoffhochdruckpumpe weist einen in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben auf, der einen Pumpenarbeitsraum begrenzt. Der Pumpenarbeitsraum ist über eine durch ein erstes elektrisch betätigtes Steuerventil gesteuerte Verbindung mit einem Niederdruckbereich verbindbar. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Einspritzventilglied auf, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung gesteuert wird und das durch den in einem mit dem Pumpenarbeitsraum verbundenen Druckraum herrschenden Druck in einer Öffnungsrichtung beaufschlagt ist. Eine Öffnungs- und Schliessbewegung des Einspritzventilglieds wird durch ein elektrisches Steuerelement gesteuert. Das Kraftstoffeinspritzventil weist hierbei einen Steuerdruckraum auf, der mit dem Pumpenarbeitsraum verbindbar ist und der über eine durch das als zweites elektrisch betätigtes Steuerventil ausgebildete Steuerelement gesteuerte Verbindung mit einem Entlastungsbereich verbindbar ist. Es ist ausserdem ein Druckspeicher vorgesehen, in den Kraftstoff durch die Kraftstoffhochdruckpumpe gefördert wird und der mit dem Druckraum des Kraftstoffeinspritzventils verbunden ist. Aus

dem Druckspeicher kann Kraftstoff zu einer Einspritzung unabhängig von der Förderung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe entnommen werden. Hierdurch ist insbesondere eine Nacheinspritzung von Kraftstoff unter hohem Druck ermöglicht, die zu einem Zeitpunkt erfolgen kann, wenn durch die Kraftstoffhochdruckpumpe schon kein Kraftstoff mehr gefördert wird. Eine derartige Nacheinspritzung von Kraftstoff ist vorteilhaft, um die Schadstoffemissionen der Brennkraftmaschine, insbesondere die Rauschmission, zu reduzieren. In der Verbindung des Pumpenarbeitsraums und des Druckraums mit dem Druckspeicher sind eine Drosselstelle und ein parallel zu dieser angeordnetes, zum Druckraum hin öffnendes Rückschlagventil angeordnet. Eine Befüllung des Druckspeichers mit Kraftstoff erfolgt nur über die Drosselstelle, die ausreichend groß dimensioniert sein muss, um auch bei geringem von der Kraftstoffhochdruckpumpe erzeugtem Druck und bei geringer eingespritzter Kraftstoffmenge eine ausreichende Befüllung des Druckspeichers zu ermöglichen. Außerdem muss nach der Beendigung der Kraftstoffeinspritzung ein hoher Druck im Druckraum aufrechterhalten werden, um eine grosse Kraftstoffmenge in den Druckspeicher fördern zu können, wozu eine hohe Antriebsarbeit der Kraftstoffhochdruckpumpe erforderlich ist, was zu einem schlechten Wirkungsgrad der Kraftstoffeinspritzeinrichtung führt. Um die hohen Druckdifferenzen zwischen dem Druckspeicher und dem entlasteten Druckraum und Pumpenarbeitsraum sicher abdichten zu können muss das Rückschlagventil aufwendig ausgebildet sein.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil,

dass die Kopplungseinrichtung mit dem Kolben eine einfach aufgebaute Anbindung des Druckspeichers an den Druckraum und den Pumpenarbeitsraum ermöglicht und keinen Dichtsitz erfordert. Zur Kraftstoffeinspritzung unabhängig von der Förderung der Kraftstoffhochdruckpumpe führt der Kolben einen zum Druckraum hin gerichteten Förderhub aus.

In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzseinrichtung angegeben. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 2 oder 3 ist die Bypassverbindung auf einfache Weise gebildet. Bei der Ausbildung gemäß Anspruch 4 kann die Bypassverbindung mit kleinem Durchflussquerschnitt ausgebildet werden, da eine Befüllung des Druckspeichers zusätzlich durch den Hub des Kolbens der Kopplungseinrichtung erfolgt. Durch die Weiterbildung gemäß Anspruch 6 ist sichergestellt, dass der Kolben eine definierte Ausgangsstellung einnimmt, ausgehend von der der Kolben einen Hub zur Kraftstoffförderung in den Druckspeicher oder einen Förderhub zum Druckraum ausführt. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 7 ist ebenfalls sichergestellt, dass der Kolben eine definierte Ausgangsstellung einnimmt, ausgehend von der der Kolben einen Förderhub zum Durckraum ausführt, wobei eine Befüllung des Druckspeichers nur durch die Bypassverbindung erfolgt.

#### Zeichnung

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Kraftstoffeinspritzseinrichtung für eine Brennkraftmaschine in schematischer Darstellung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, Figur 2 die Kraftstoffeinspritzseinrichtung ausschnittsweise gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel und Figur 3 die

Kraftstoffeinspritzeinrichtung ausschnittsweise gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In den Figuren 1 bis 3 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil 12 auf. Die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und das Kraftstoffeinspritzventil 12 können zu einer einzigen Baueinheit zusammengefasst sein und eine sogenannte Pumpe-Düse-Einheit bilden. Alternativ können die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und das Kraftstoffeinspritzventil 12 auch getrennt voneinander angeordnet sein und über eine Leitung miteinander verbunden sein und eine sogenannte Pumpe-Leitung-Düse-Einheit bilden.

Die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 weist einen in einer Zylinderbohrung 16 eines Pumpenkörpers 14 dicht geführten Pumpenkolben 18 auf, der durch einen Nocken 20 einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine gegen die Kraft einer Rückstellfeder 19 in einer Hubbewegung angetrieben wird. Der Pumpenkolben 18 begrenzt in der Zylinderbohrung 16 einen Pumpenarbeitsraum 22, in dem durch den Pumpenkolben 18 Kraftstoff unter Hochdruck verdichtet wird. Dem Pumpenarbeitsraum 22 wird über eine Verbindung 21 Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 24 zugeführt, beispielsweise mittels einer Förderpumpe 25. In der Verbindung 21 des Pumpenarbeitsraums 22 mit der Förderpumpe 25 ist ein erstes elektrisch betätigtes Steuerventil 60 angeordnet. Das Steuerventil 60 ist als 2/2-Wegeventil ausgebildet und wird durch eine elektronische Steuereinrichtung 62 angesteuert. Das Steuerventil 60 weist

einen Aktor 61 auf, der ein Elektromagnet oder ein piezoelektrischer Aktor sein kann.

Das Kraftstoffeinspritzventil 12 weist einen Ventilkörper 26 auf, der mehrteilig ausgebildet sein kann, und in dem ein kolbenförmiges Einspritzventilglied 28 in einer Bohrung 30 längsverschiebbar geführt ist. Der Ventilkörper 26 weist an seinem dem Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine zugewandten Endbereich wenigstens eine, vorzugsweise mehrere Einspritzöffnungen 32 auf. Das Einspritzventilglied 28 weist an seinem dem Brennraum zugewandten Endbereich eine beispielsweise etwa kegelförmige Dichtfläche 34 auf, die mit einem im Ventilkörper 26 ausgebildeten Ventilsitz 36 zusammenwirkt, von dem oder nach dem die Einspritzöffnungen 32 abführen. Im Ventilkörper 26 ist zwischen dem Einspritzventilglied 28 und der Bohrung 30 zum Ventilsitz 36 hin ein Ringraum 38 vorhanden, der durch eine radiale Erweiterung der Bohrung 30 in einen das Einspritzventilglied 28 umgebenden Druckraum 40 übergeht. Das Einspritzventilglied 28 weist im Bereich des Druckraums 40 eine Druckschulter 42 auf. Am dem Brennraum abgewandten Ende des Einspritzventilglieds 28 greift eine vorgespannte Schließfeder 44 an, durch die das Einspritzventilglied 28 zum Ventilsitz 36 hin gedrückt wird. Die Schließfeder 44 ist in einem Federraum 46 des Ventilkörpers 26 angeordnet, der sich an die Bohrung 30 anschließt. Der Federraum 46 ist mit einem Entlastungsbereich verbunden, der beispielsweise ein Rücklauf zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 sein kann. An den Federraum 46 kann sich an dessen der Bohrung 30 abgewandtem Ende im Ventilkörper 26 eine weitere Bohrung 48 anschließen, in der ein Steuerkolben 50 dicht geführt ist, der mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden ist. Der Steuerkolben 50 begrenzt mit seiner dem Federraum 46 abgewandten Stirnfläche einen Steuerdruckraum 52 im Ventilkörper 26.

Eine vom Pumpenarbeitsraum 22 herführende Verbindung 13 mündet im Ventilkörper 26 in den Druckraum 40. In der Verbindung 13, die zwischen dem Pumpenarbeitsraum 22 und dem ersten Steuerventil 60 abführt, ist ein zum Druckraum 40 hin öffnendes Rückschlagventil 53 angeordnet. Das Rückschlagventil 53 ermöglicht eine Kraftstoffförderung von der Kraftstoffhochdruckpumpe 10 in den Druckraum 40, verhindert jedoch bei geöffnetem erstem Steuerventil 60 eine Rückströmung von Kraftstoff aus dem Druckraum 40 in den Pumpenarbeitsraum 22 oder zur Förderpumpe 25. Von der Verbindung 13 führt stromaufwärts vor dem Druckraum 40 eine Verbindung 54 in den Steuerdruckraum 52 ab, wobei in der Verbindung 54 eine Drosselstelle 55 angeordnet ist. Vom Steuerdruckraum 52 führt ausserdem eine Verbindung 57 zu einem Entlastungsbereich, beispielsweise einem Rücklauf zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 ab, in der eine Drosselstelle 58 angeordnet ist. In der Verbindung 57 ist ein zweites elektrisch betätigtes Steuerventil 64 angeordnet, das als 2/2-Wegeventil ausgebildet ist und durch die Steuereinrichtung 62 angesteuert wird. Das zweite Steuerventil 64 weist einen Aktor 65 auf, der ein Elektromagnet oder ein piezoelektrischer Aktor sein kann. Durch den im Steuerdruckraum 52 herrschenden Druck wird das Einspritzventilglied 28 zusätzlich zur Schließfeder 44 in Schließrichtung beaufschlagt. Der im Steuerdruckraum 52 herrschende Druck wird durch das zweite Steuerventil 64 gesteuert, indem dieses die Verbindung 57 zum Entlastungsbereich öffnet bzw. schließt. Das zweite Steuerventil 64 bildet somit ein elektrisches Steuerelement, durch das die Öffnungs- und Schliessbewegung des Einspritzventilglieds 28 gesteuert wird. Bei geschlossenem zweitem Steuerventil 64 bleibt das Einspritzventilglied 28 in seiner Schliessstellung bzw. wird in seine Schliessstellung bewegt infolge des hohen Drucks im Steuerdruckraum 52. Bei geöffnetem zweitem Steuerventil 64 kann sich das Einspritzventilglied 28 infolge des geringen

Drucks im Steuerdruckraum 52 in seine Öffnungsstellung bewegen, wenn der Druck im Druckraum 40 ausreichend hoch ist. Anstelle der Steuerung der Öffnungs- und Schliessbewegung des Einspritzventilglieds 28 mittels des zweiten Steuerventils 64 kann dies auch beispielsweise durch einen Piezoaktor erfolgen, der direkt oder indirekt auf das Einspritzventilglied 28 in dessen Schliessrichtung wirkt. Der Steuerdruckraum 52 sowie das zweite Steuerventil 64 können dann entfallen.

Von der Verbindung 13 zwischen dem Pumpenarbeitsraum 22 und dem Druckraum 40 sowie dem Steuerdruckraum 52 führt stromabwärts nach dem Rückschlagventil 53 eine Verbindung 66 zu einem Druckspeicher 68 ab. In der Verbindung 66 ist eine Kopplungseinrichtung 70 angeordnet, die in Figur 1 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt ist. Die Kopplungseinrichtung 70 weist einen in einer Zylinderbohrung 72 verschiebbar geführten Kolben 74 auf. Die Kopplungseinrichtung 70 weist eine Bypassverbindung zwischen den beiden Stirnseiten des Kolbens 74 auf, die beispielsweise als ein durch den Kolben 74 verlaufender Kanal 76 ausgebildet sein kann. Im Kanal 76 ist eine Drosselstelle 77 angeordnet. Die Bypassverbindung kann alternativ auch wie bei einem nachfolgend beschriebenen zweiten Ausführungsbeispiel durch einen zwischen dem Außenmantel des Kolbens 174 und der Zylinderbohrung 172 vorhandenen Ringspalt 176 mit kleinem Querschnitt gebildet sein. Der Kolben 74 ist auf seiner dem Druckspeicher 68 zugewandten Stirnseite von dem im Druckspeicher 68 herrschenden Druck beaufschlagt und auf seiner dem Druckspeicher 68 abgewandten Stirnseite von dem in der Verbindung 13 herrschenden Druck beaufschlagt. Der Kolben 74 ist in der Zylinderbohrung 72 zwischen einer zum Druckspeicher 68 gerichteten Endstellung und einer vom Druckspeicher 68 weg zur Verbindung 13 gerichteten Endstellung verschiebbar. Es ist vorzugsweise ein

gemeinsamer Druckspeicher 68 für alle Zylinder der Brennkraftmaschine vorgesehen. Der Druckspeicher 68 kann beispielsweise als separates Bauteil rohrförmig oder kugelförmig ausgebildet sein. Alternativ kann der Druckspeicher auch durch internes Volumen der Kraftstoffeinspritzeinrichtung oder durch das Volumen in Verbindungsleitungen der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gebildet sein. Am Druckspeicher 68 kann eine Druckbegrenzungseinrichtung 69 vorgesehen sein, durch die der im Druckspeicher 68 herrschende Druck auf einen vorgegebenen Wert begrenzt wird. Die Druckbegrenzungseinrichtung 69 kann als Druckbegrenzungsventil ausgebildet sein, das den Druck im Druckspeicher 68 auf einen konstanten Wert begrenzt. Alternativ kann die Druckbegrenzungseinrichtung 69 auch als Steuerventil ausgebildet sein, durch das der im Druckspeicher 68 herrschende Druck variabel begrenzt werden kann, beispielsweise abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine und das durch die Steuereinrichtung 62 angesteuert wird.

Nachfolgend wird die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung erläutert. Bei einem Saughub des Pumpenkolbens 18 ist das erste Steuerventil 60 geöffnet, so dass durch die Förderpumpe 25 Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 über die Verbindung 21 in den Pumpenarbeitsraum 22 gefördert wird. Das Rückschlagventil 53 ist dabei geschlossen, da der von der Förderpumpe 25 erzeugte Druck geringer ist als der in der Verbindung 13 stromabwärts nach dem Rückschlagventil 53 im Druckraum 40 und im Steuerdruckraum 52 herrschende Druck. Beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 wird das erste Steuerventil 60 geschlossen, so dass sich im Pumpenarbeitsraum 22 Hochdruck aufbaut. Wenn der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 höher ist als der im Druckraum 40 und im Steuerdruckraum 52 herrschende Druck, so öffnet das Rückschlagventil 53 und

Kraftstoff gelangt zum Kraftstoffeinspritzventil 12. Wenn das zweite Steuerventil 64 geschlossen ist, so herrscht im Steuerdruckraum 52 zumindest annähernd derselbe Druck wie im Druckraum 40 und das Einspritzventilglied 28 wird in seiner Schließstellung gehalten, in der es mit seiner Dichtfläche 34 am Ventilsitz 36 anliegt und die wenigstens eine Einspritzöffnung 32 verschließt, so dass keine Kraftstoffeinspritzung erfolgen kann. Zu einem von der Steuereinrichtung 62 abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine bestimmten Zeitpunkt wird durch diese das zweite Steuerventil 64 geöffnet, so dass der Steuerdruckraum 52 mit dem Entlastungsbereich verbunden ist und der Druck im Steuerdruckraum 52 sinkt. Durch die Entlastung des Steuerdruckraums 52 wird die in Schließrichtung auf das Einspritzventilglied 28 wirkende Kraft verringert, so dass dieses durch den im Druckraum 40 herrschenden Druck in Öffnungsrichtung 29 bewegt wird und die wenigstens eine Einspritzöffnung 32 freigibt, durch die Kraftstoff eingespritzt wird. Es kann vorgesehen sein, dass zunächst nur eine geringe Kraftstoffmenge bei einer Voreinspritzung eingespritzt wird, wobei dann das zweite Steuerventil 64 durch die Steuereinrichtung 62 nach kurzer Zeit wieder geschlossen wird, so dass der Druck im Steuerdruckraum 52 steigt und das Einspritzventilglied 28 in seine Schließstellung bewegt wird. Es können auch mehrere aufeinander folgende Voreinspritzungen vorgesehen sein.

Zu einer Haupteinspritzung einer grossen Kraftstoffmenge wird das zweite Steuerventil 64 durch die Steuereinrichtung 62 wieder geöffnet für eine Zeitdauer entsprechend der einzuspritzenden Kraftstoffmenge. Zur Beendigung der Haupteinspritzung wird das zweite Steuerventil 64 durch die Steuereinrichtung 62 geschlossen und das erste Steuerventil 60 wird geöffnet. Der Pumpenarbeitsraum 22 wird dabei durch die geöffnete Verbindung 21 zur Förderpumpe 25 entlastet, so dass keine weitere Kraftstoffförderung durch die

Kraftstoffhochdruckpumpe 10 erfolgt. Durch den Druckabfall im Pumpenarbeitsraum 22 schließt das Rückschlagventil 53 in der Verbindung 13. Das zweite Steuerventil 64 wird durch die Steuereinrichtung 62 geschlossen.

Bei der Kraftstoffförderung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 über die Verbindung 13 zum Druckraum 40 wird auch Kraftstoff über die Verbindung 66 zur Kopplungseinrichtung 70 und in den Druckspeicher 68 gefördert. Der Kolben 74 der Kopplungseinrichtung 70 befindet sich zu Beginn der Kraftstoffförderung der Kraftstoffhochdruckpumpe 10 in seiner vom Druckspeicher 68 weggerichteten Endstellung, in der der Kolben 74 in Figur 1 gestrichelt dargestellt ist. Bei der Kraftstoffförderung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 wird der Kolben 74 in seine zum Druckspeicher 68 gerichtete Endstellung verschoben, in der der Kolben 74 in Figur 1 mit durchgezogenen Linien dargestellt ist, und führt dabei einen Förderhub aus, indem der vom Kolben 74 aus der Zylinderbohrung 72 verdrängte Kraftstoff in den Druckspeicher 68 gefördert wird. Zusätzlich wird auch Kraftstoff durch den Kanal 76 im Kolben 74 in den Druckspeicher 68 gefördert, wobei der Durchfluss durch den Kanal 76 durch die Drosselstelle 77 begrenzt ist. Nach Beendigung der Haupteinspritzung wird im Druckraum 40, im Steuerdruckraum 52 und in der Verbindung 13 stromabwärts nach dem Rückschlagventil 53 ein erhöhter Druck aufrechterhalten, der ebenfalls durch den Kanal 76 im Kolben 74 zu einer Befüllung des Druckspeichers 68 führt.

Zu einer oder mehreren Nacheinspritzungen wird das zweite Steuerventil 64 durch die Steuereinrichtung 62 geöffnet, so dass der Steuerdruckraum 52 entlastet ist. Aus dem Druckspeicher 68 strömt dann unter dem im Druckspeicher 68 herrschenden Druck stehender Kraftstoff in den Druckraum 40 und ermöglicht eine Öffnung des Einspritzventilglieds 28 und

damit eine Kraftstoffeinspritzung. Zusätzlich führt auch der Kolben 74 der Kopplungseinrichtung 70 einen vom Druckspeicher 68 weggerichteten Förderhub aus und verdrängt Kraftstoff aus der Zylinderbohrung 72 in den Druckraum 40. Der Druckpeicher 68 und die Kopplungseinrichtung 70 ermöglichen somit eine Kraftstoffeinspritzung, insbesondere eine Nacheinspritzung, unabhängig von der Kraftstoffförderung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 10. Eine Nacheinspritzung ist vorteilhaft, um die Schadstoffemission, insbesondere die Rauschmission der Brennkraftmaschine zu reduzieren und ermöglicht eine Regeneration von Abgasnachbehandlungseinrichtungen wie Partikelfilter oder Katalysator. Ein Einspritzzyklus umfasst wenigstens eine Voreinspritzung, eine Haupteinspritzung und wenigstens eine Nacheinspritzung.

Zu Beginn des nächsten Einspritzzyklus befindet sich der Kolben 74 der Kopplungseinrichtung 70 dann wie vorstehend angegeben in einer vom Druckspeicher 68 weggerichteten Stellung und bewegt sich bei der Kraftstoffförderung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 in seine zum Druckspeicher 68 gerichtete Endstellung.

In Figur 2 ist die Kraftstoffeinspritzseinrichtung ausschnittsweise gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem der grundsätzliche Aufbau gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel ist und lediglich die Kopplungseinrichtung 170 modifiziert ist. Die Kopplungseinrichtung 170 weist die Zylinderbohrung 172 auf, in der der Kolben 174 verschiebbar geführt ist. Die Bypassverbindung ist durch einen zwischen dem Außenmantel des Kolbens 174 und der Zylinderbohrung 172 vorhandenen Ringspalt 176 mit kleinem Querschnitt gebildet, der auch eine Drosselstelle bildet. Die Bypassverbindung kann jedoch beim zweiten Ausführungsbeispiel auch gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel als durch den Kolben 174 verlaufender

Kanal mit einer Drosselstelle ausgebildet sein. Am Kolben 174 greift beiderseits jeweils ein Federelement 178 bzw. 180 an, das als Schraubendruckfeder ausgebildet ist. Durch die auf der zum Druckspeicher 68 gerichteten Stirnseite des Kolbens 174 angreifende Feder 178 wird der Kolben 174 vom Druckspeicher 68 weg beaufschlagt und durch die auf der dem Druckspeicher 68 abgewandten Stirnseite des Kolbens 174 angreifende Feder 180 wird der Kolben 174 zum Durckspeicher 68 hin beaufschlagt. Durch die beiden Federn 178,180 wird der Kolben 174 zwischen zwei aufeinander folgenden Einspritzzyklen in einer in Figur 2 mit durchgezogenen Linien dargestellten Mittelstellung zwischen seinen beiden Endstellungen gehalten. Bei der Kraftstoffförderung in den Druckspeicher 68 während eines Einspritzzyklus wird der Kolben 174 ausgehend von seiner Mittelstellung in seine zum Druckspeicher 68 hin gerichtete Endstellung verschoben. In dieser Endstellung bleibt der Kolben 174, bis eine Kraftstoffentnahme aus dem Druckspeicher 68 zu einer Nacheinspritzung von Kraftstoff erfolgt, bei der der Kolben 174 über seine Mittelstellung hinaus bis in seine vom Druckspeicher 68 weggerichtete Endstellung verschoben wird. Nach Beendigung der Nacheinspritzung und somit nach einem Einspritzzyklus wird der Kolben 174 durch die Federn 178,180 bewirkt wieder in seine Mittelstellung bewegt. Beim Beginn der Kraftstoffförderung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 beim nächsten Einspritzzyklus befindet sich der Kolben 174 somit immer in seiner definierten Mittelstellung als Ausgangsstellung. Die weitere Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel.

In Figur 3 ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel ebenfalls lediglich die Kopplungseinrichtung 270 modifiziert ist. Die

Kopplungseinrichtung 270 weist die Zylinderbohrung 272 auf, in der der Kolben 274 verschiebbar geführt ist. Der Kolben 274 weist den Bypasskanal 276 mit der Drosselstelle 277 auf. Alternativ kann die Bypassverbindung auch wie beim zweiten Ausführungsbeispiel durch einen Ringspalt zwischen Kolben 274 und Zylinderbohrung 272 gebildet sein. Am Kolben 270 greift an dessen dem Druckspeicher 68 abgewandter Stirnseite ein Federelement 280 in Form einer Schraubendruckfeder an, durch die der Kolben 274 zu seiner zum Druckspeicher 68 gerichteten Endstellung hin beaufschlagt wird. Durch die Feder 280 wird der Kolben 274 zwischen zwei aufeinander folgenden Einspritzzyklen in seiner in Figur 3 mit durchgezogenen Linien dargestellten, zum Druckspeicher 68 gerichteten Endstellung gehalten. Eine Kraftstoffförderung in den Druckspeicher 68 während eines Einspritzzyklus erfolgt nur durch den Kanal 276, wobei die Drosselstelle 277 ausreichend groß dimensioniert sein muss, um eine ausreichende Befüllung des Druckspeichers 68 zu ermöglichen. In dieser Endstellung bleibt der Kolben 274, bis eine Kraftstoffentnahme aus dem Druckspeicher 68 zu einer Nacheinspritzung von Kraftstoff erfolgt, bei der der Kolben 274 in seine vom Druckspeicher 68 weggerichtete Endstellung verschoben wird. Nach Beendigung der Nacheinspritzung und somit nach einem Einspritzzyklus wird der Kolben 274 durch die Feder 280 bewirkt wieder in seine zum Druckspeicher 68 gerichtete Endstellung bewegt. Beim Beginn der Kraftstoffförderung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 beim nächsten Einspritzzyklus befindet sich der Kolben 274 somit immer in seiner definierten, zum Druckspeicher 68 gerichteten Endstellung als Ausgangsstellung. Die weitere Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel.

### Ansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit jeweils einer Kraftstoffhochdruckpumpe (10) und einem mit dieser verbundenen Kraftstoffeinspritzventil (12) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine, wobei die Kraftstoffhochdruckpumpe (10) einen in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (18) aufweist, der einen Pumpenarbeitsraum (22) begrenzt, welcher über eine durch ein elektrisch betätigtes Steuerventil (60) gesteuerte Verbindung (21) mit einem Niederdruckbereich (25) verbindbar ist, wobei das Kraftstoffeinspritzventil (12) ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den in einem mit dem Pumpenarbeitsraum (22) verbindbaren Druckraum (40) herrschenden Druck in einer Öffnungsrichtung (29) beaufschlagt ist, wobei eine Öffnungs- und Schließbewegung des Einspritzventilglieds (28) durch ein elektrisches Steuerelement (64) gesteuert wird, wobei ausserdem ein Druckspeicher (68) vorgesehen ist, der über eine Verbindung (66) mit dem Pumpenarbeitsraum (22) verbunden ist, über die beim Förderhub des Pumpenkolbens (18) Kraftstoff in den Druckspeicher (68) gefördert wird und der über die Verbindung (66) ausserdem mit dem Druckraum (40) des Kraftstoffeinspritzventils (12) verbunden ist, über die dem Druckraum (40) Kraftstoff aus dem Druckspeicher (68) zu einer vom Förderhub des Pumpenkolbens (18) unabhängigen Kraftstoffeinspritzung durch das Kraftstoffeinspritzventil (12) zuführbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass in der Verbindung (66) des Druckspeichers (68) mit dem

Pumpenarbeitsraum (22) und dem Druckraum (40) eine Kopplungseinrichtung (70;170;270) angeordnet ist, die einen verschiebbar geführten Kolben (74;174;274) aufweist, der einerseits von dem im Druckspeicher (68) herrschenden Druck und andererseits von dem in der Verbindung (66) herrschenden Druck beaufschlagt ist, dass der Kolben (74;174;274) zur Kraftstoffeinspritzung einen zum Druckraum (40) gerichteten Förderhub ausführt und dass eine Bypassverbindung (76,77;176;276,277) in der Kopplungseinrichtung (70;170;270) vorhanden ist, die die Verbindung (66) mit dem Druckspeicher (68) verbindet.

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bypassverbindung von einem durch den Kolben (74;174;274) verlaufenden Kanal (76;176;276) gebildet ist, in dem eine Drosselstelle (77;177;277) angeordnet ist.

3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bypassverbindung von einem zwischen dem Aussenmantel des Kolbens (174) und einer Zylinderbohrung (172), in der der Kolben (174) geführt ist, ausgebildeten Kanal (176) gebildet ist.

4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (74;174) zur Befüllung des Druckspeichers (68) einen zum Druckspeicher (68) gerichteten Hub ausführt.

5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (74;174;274) zwischen einer zum Druckspeicher (68) gerichteten definierten Endstellung und einer zur Verbindung (66) gerichteten definierten Endstellung bewegbar ist.

- 16 -

6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (174;274) durch wenigstens ein Federelement (178,180;280) zu wenigstens einer Endstellung hin beaufschlagt ist.
7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (174) durch jeweils ein Federelement (178,180) zu jeder Endstellung hin beaufschlagt ist und dass der Kolben (174) durch die Federelemente (178,180) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Einspritzzyklen in einer definierten Zwischenstellung zwischen den beiden Endstellungen gehalten wird.
8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (274) durch ein Federelement (280) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Einspritzzyklen in seiner zum Druckspeicher (68) gerichteten Endstellung gehalten wird.
9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckbegrenzungseinrichtung (69) vorgesehen ist, durch die der Druck im Druckspeicher (69) auf einen vorgegebenen Wert begrenzt wird.

Fig. 1

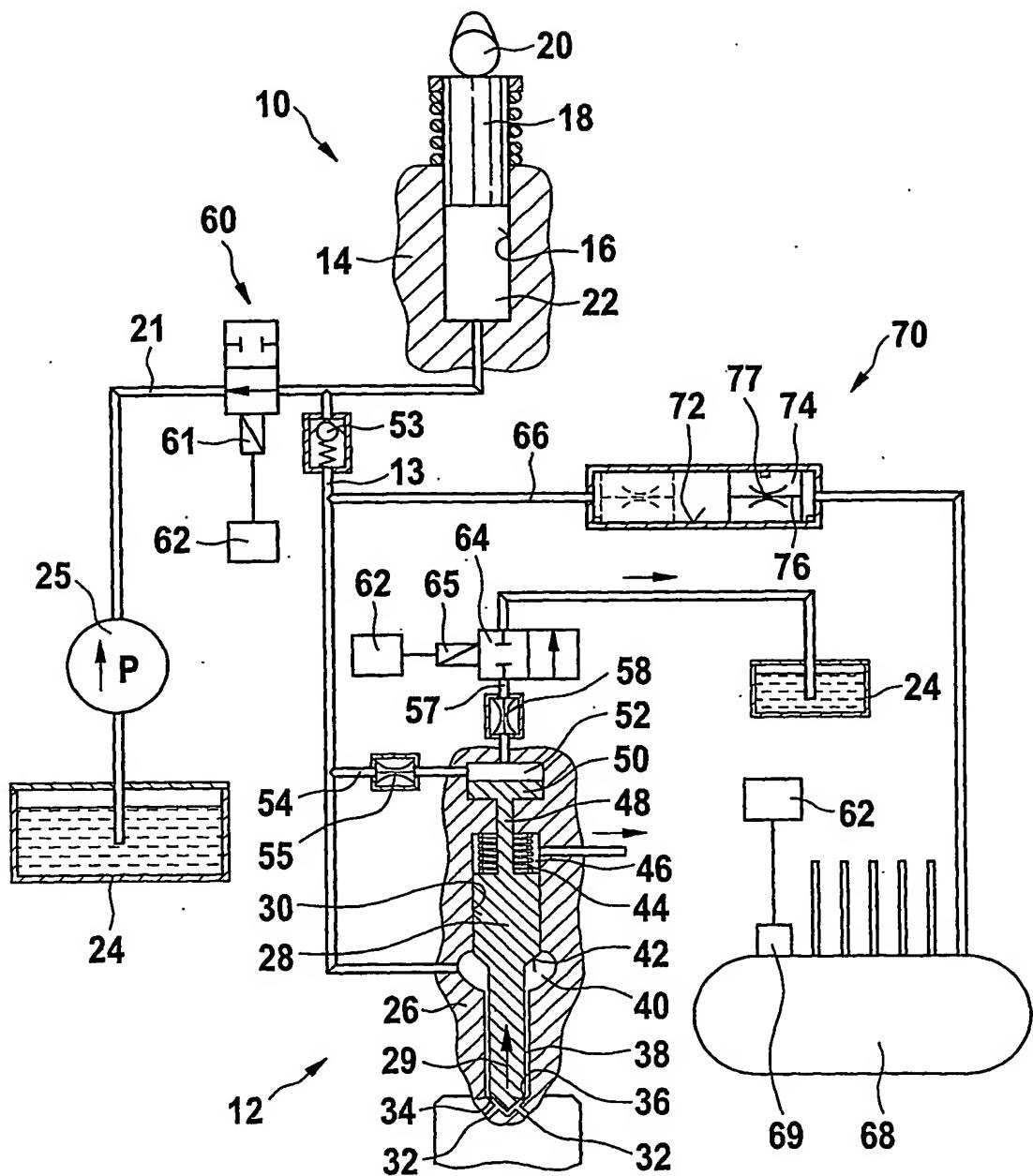
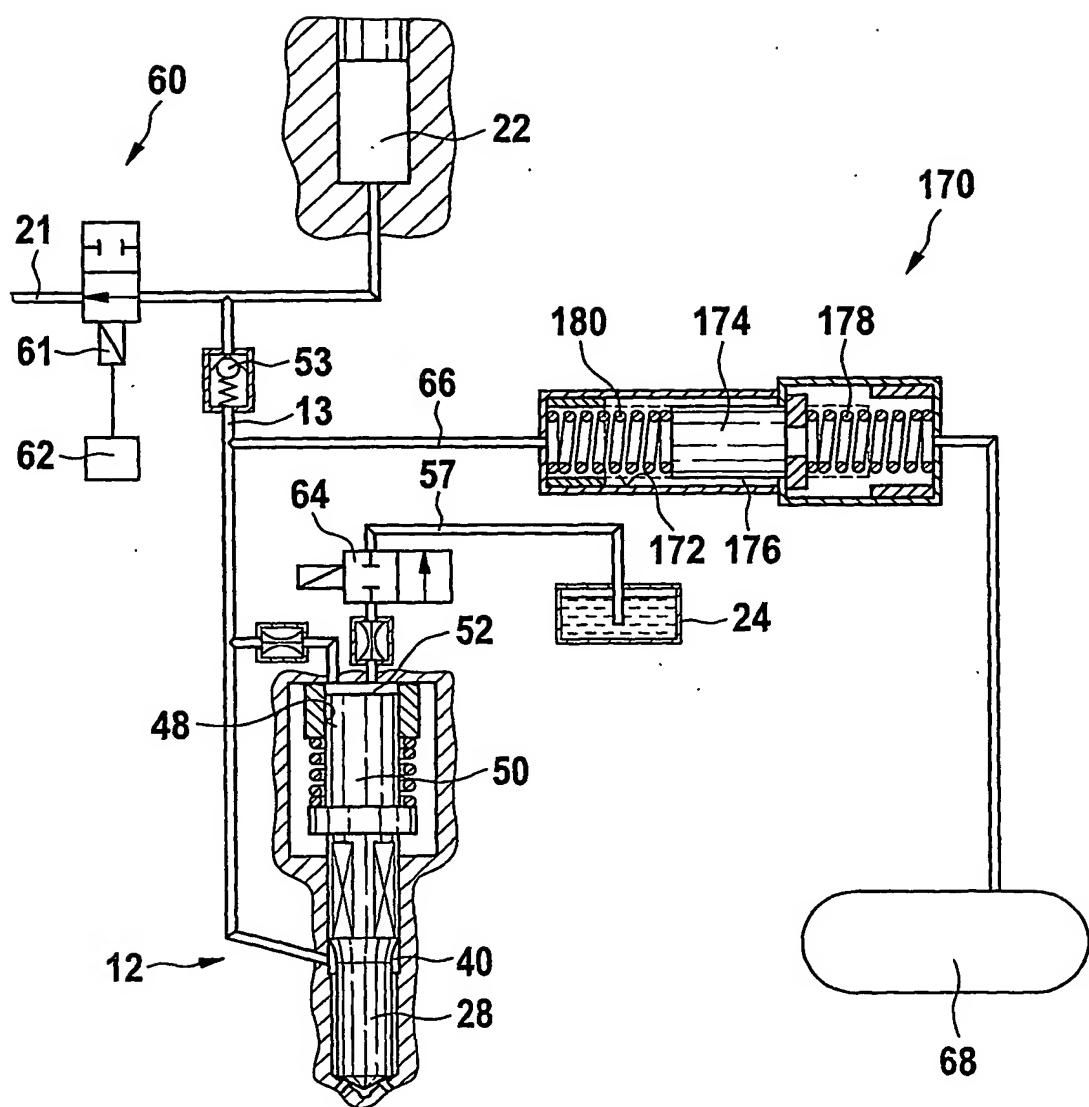
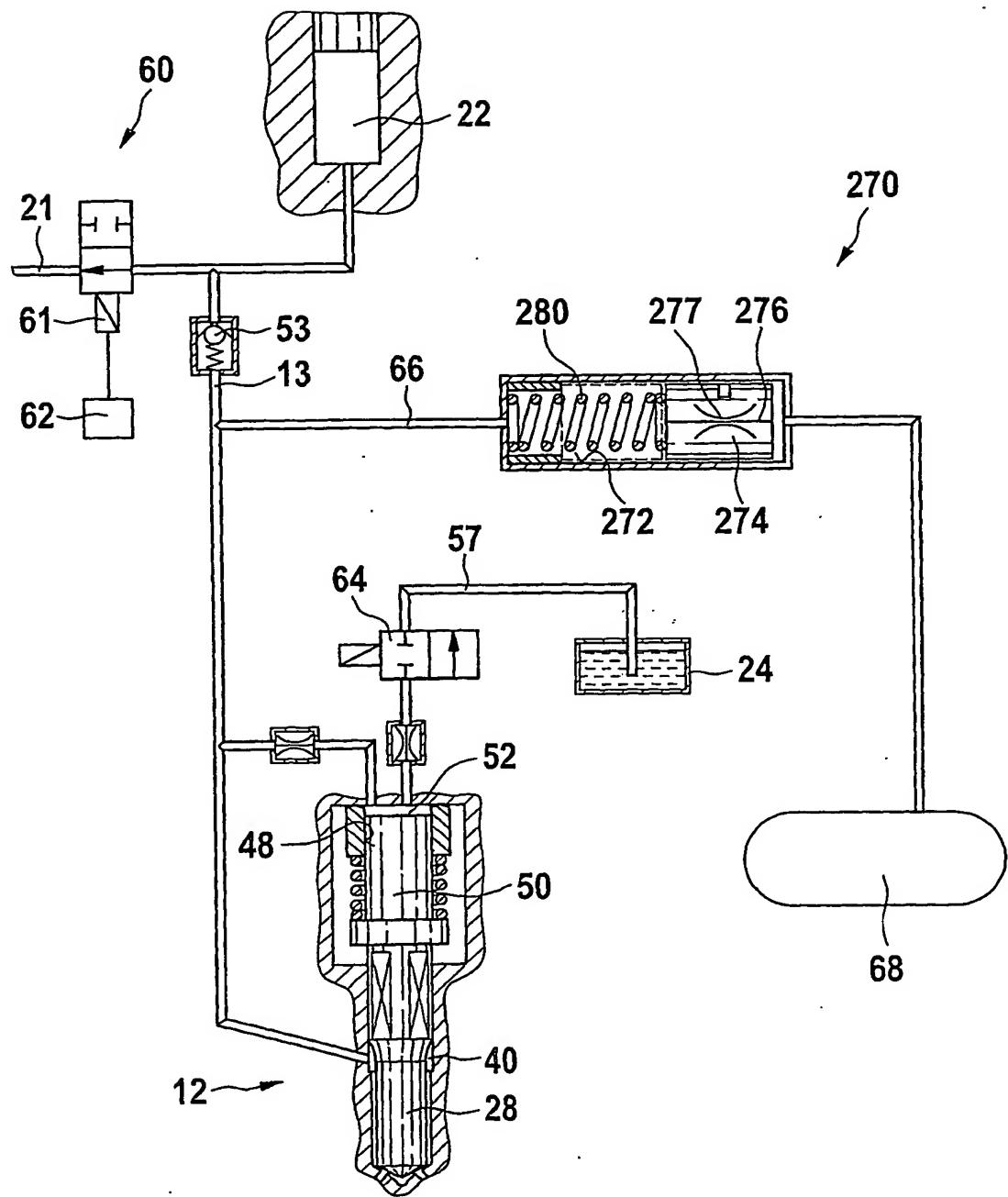


Fig. 2



3 / 3

Fig. 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No  
PCT/DE 03/03323A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F02M63/02 F02M57/02 F02M55/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 273 797 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8 January 2003 (2003-01-08) the whole document ----	1,2,8,9
A	DE 196 51 671 A (BOSCH GMBH ROBERT ;DAIMLER BENZ AG (DE)) 25 June 1998 (1998-06-25) column 2, line 57 -column 3, line 15; figures 1,2 ----	2-6,8
A	DE 197 47 092 A (SIEMENS AG) 29 April 1999 (1999-04-29) column 4, line 26 -column 5, line 32; figures 2-9 ----	2,4-6,8

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

Date of mailing of the International search report

18 February 2004

24/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kolland, U

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/DE 03/03323

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 1273797	A	08-01-2003	DE 10132732 A1 EP 1273797 A2 JP 2003042040 A		23-01-2003 08-01-2003 13-02-2003
DE 19651671	A	25-06-1998	DE 19651671 A1 FR 2757214 A1 GB 2320287 A ,B IT RM970756 A1 US 5954032 A		25-06-1998 19-06-1998 17-06-1998 12-06-1998 21-09-1999
DE 19747092	A	29-04-1999	DE 19747092 A1 FR 2770261 A1		29-04-1999 30-04-1999

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat Aktenzeichen  
PCT/DE 03/03323A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02M63/02 F02M57/02 F02M55/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 273 797 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8. Januar 2003 (2003-01-08) das ganze Dokument ----	1,2,8,9
A	DE 196 51 671 A (BOSCH GMBH ROBERT ;DAIMLER BENZ AG (DE)) 25. Juni 1998 (1998-06-25) Spalte 2, Zeile 57 -Spalte 3, Zeile 15; Abbildungen 1,2 ----	2-6,8
A	DE 197 47 092 A (SIEMENS AG) 29. April 1999 (1999-04-29) Spalte 4, Zeile 26 -Spalte 5, Zeile 32; Abbildungen 2-9 -----	2,4-6,8

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,

eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

\*&amp; Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

18. Februar 2004

24/02/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kolland, U

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Kennzeichen

PCT/DE 03/03323

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1273797	A	08-01-2003	DE	10132732 A1		23-01-2003
			EP	1273797 A2		08-01-2003
			JP	2003042040 A		13-02-2003
DE 19651671	A	25-06-1998	DE	19651671 A1		25-06-1998
			FR	2757214 A1		19-06-1998
			GB	2320287 A ,B		17-06-1998
			IT	RM970756 A1		12-06-1998
			US	5954032 A		21-09-1999
DE 19747092	A	29-04-1999	DE	19747092 A1		29-04-1999
			FR	2770261 A1		30-04-1999